

## ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

УДК 628.19

<https://doi.org/10.31713/vt1201910>

**Сталінська І. В., к.т.н., доцент** (Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова)

### ЗАБЕЗБЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ МЕТОДОМ ХЛОРУВАННЯ (НА ПРИКЛАДІ М. ХАРКОВА)

**В статті проаналізована проблема знезараження питної води методом хлорування в Україні (на прикладі м. Харкова). Доведено, що основний недолік хлорування полягає в утворенні так званих тригалометанів та діоксинів. Запропонована технологічна схема знезараження водопровідної води гіпохлоритом натрію спільно з подальшою обробкою води УФ-опроміненням. Порівняно експлуатаційні витрати за двома методами знезараження.**

**Ключові слова:** екологічна безпека, знезараження води, хлорування, питна вода, здоров'я людини.

Дослідження вчених [1-3] доводять, що на сьогоднішній день склалася досить напружена ситуація із забезпеченням населення України доброякісною водою. Перш за все це стосується питної води, яка одержується з поверхневих джерел водопостачання, більшість з яких за рівнем забруднення наближаються до 3-го класу. Головними забруднювачами протягом багатьох років залишаються органічні з'єднання, завислі речовини, нафтопродукти, феноли, поверхнево-активні сполуки, важкі метали та ін. Серед збудників захворювань із водоймищ найчастіше виділяються сальмонели, ентеровіруси та ін. Якщо говорити про екологічну безпеку щодо питної води, то вона забезпечується відсутністю в ній токсичних та шкідливих для здоров'я домішок антропогенного й техногенного походження в концентраціях, що перевищують гранично-допустимі. Основним критерієм щодо якості питної води є її вплив на здоров'я людини. Але, як показує практика, що існуючі традиційні, до того ж застарілі, споруди водопідготовки та класичні технології, що застосовуються на них, вже не в змозі забезпечити необхідну кількість якісної питної води. Це пояснюється, в першу чергу, наростаючим процесом деградації складу води в самих поверхневих джерелах, що використовуються в більшості випадків також і в якості природних приймачів очищених або



неочищених стічних вод, а також попаданням до питної води небезпечних з'єднань, які утворюються уже в процесі водопідготовки.

На відміну від європейських країн, в Україні і сьогодні все ще широко застосовується для знезараження водопровідної води традиційний метод хлорування (виняток становлять ті регіони, де використовується артезіанська вода з підземних горизонтів, як наприклад, в Чернігові) – найбільш економічний і ефективний метод знезараження питної води в порівнянні з будь-якими іншими відомими методами. Позитивний ефект застосування хлору – він забезпечує мікробіологічну безпеку води в будь-якій точці розподільчої мережі та в будь-який момент часу завдяки ефективності дії. Проте, на жаль, існує і негативний ефект – хлор взаємодіє з мікроорганізмами та іншими домішками, що містяться у воді, утворюючи побічні продукти (тригалометани – ТГМ), які небезпечні для здоров'я людини. При контакті з людиною активний хлор може проявляти токсичну, місцеву дратівну й алергенну дію. Крім того, існує потенційна небезпека виникнення надзвичайних ситуацій, а також неабиякі технічні складності при транспортуванні, зберіганні й дозуванні хлор-газу. У випадку його витоку – він здатний вражати не тільки обслуговуючий персонал, але й населення прилеглих територій. Необхідно пам'ятати і про його високу корозійну активність. Отож, метод знезаражування води хлором має ряд суттєвих недоліків [1-6].

Але основний недолік хлорування полягає в тому, що в результаті взаємодії з активним хлором багато речовин, що знаходяться у воді, утворюють продукти більш небезпечні, ніж вихідні сполуки, так звані **тригалометани**, зокрема, хлороформ, дихлорбромметан, дибром-хлорметан і бромформ. Вони утворюються при взаємодії сполук хлору з органічними речовинами. Галоїдні похідні утворюються шляхом заміщення в вуглеводнях одного або декількох атомів водню на атоми галогенів. Саме тризаміщені похідні метану мають найбільшу гігієнічну значимість. Перше місце серед ТГМ по рівню поширеності в водорозподільчій мережі займає хлороформ – 70-90% сумарної кількості ТГМ, в зв'язку з чим він загально визнаний маркер наявності у воді побічних продуктів хлорування.

Потрібно зауважити, що у природній воді зазвичай ТГМ немає, вони утворюються з природніх органічних речовин під час процесу хлорування. А так як вміст природніх органічних з'єднань в поверхневих водах зростає з року в рік, то таку воду перед тим, як дезінфікувати, необхідно спочатку коагулювати, освітлювати та фільтрувати.

Серйозним джерелом екологічної небезпеки знезараження пи-

тної води шляхом обробки її молекулярним хлором може стати новоутворення у водопровідних комунікаціях діоксинів (група з'єднань, які утворюються як побічні продукти деяких виробництв, де використовується хлор і потрапляють у навколишнє природне середовище з продукцією або відходами багатьох технологій) (рис. 1). Аномально високі токсичні властивості діоксинів пов'язані з будовою цих з'єднань та з їх специфічними хімічними і фізичними властивостями. Більш детальна інформація представлена в статтях [7; 8].

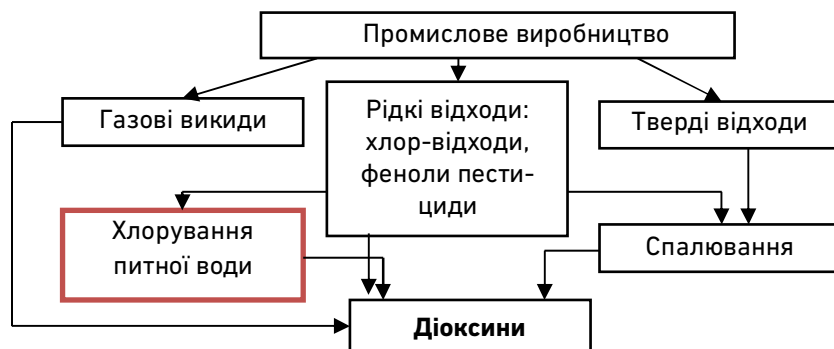


Рис. 1. Джерела утворення діоксинів

Молекулярний хлор, як першопричина зараження питної води діоксинами ПХДФ (поліхлорованими дибензофуранами) і ПХДД (поліхлорованими дибензо-*p*-діоксинами) – досить поширене дифузне джерело цих токсикантів. Це явище не є характерним лише для тих країн, де знезараження здійснюють шляхом обробки води озоном або УФ-опроміненням або ж хлорування питної води проводять лише в надзвичайних ситуаціях при виникненні реальної небезпеки епідемії. Переважно, утворення діоксинів може відбуватися за рахунок техногенного хлору та природних джерел фенолу, тобто за рахунок гумінових та фульвокислот, лігнінів та інших органічних речовин природного походження, які завжди присутні у водних джерелах. Серед природних речовин подібного роду можуть бути також і дібензофурани і дібензо-*p*-діоксин, які у процесі водопідготовки можуть перетворюватися у ПХДД і ПХДФ [5; 6; 9].

Як уже говорилося, не тільки феноли, але і молекулярний хлор з'являється не з техногенної сфери, а природним, як і природні органічні речовини, шляхом.

Небезпека для мешканців різко посилюється у тих населених пунктах, де, крім природних, існують техногенні джерела фенолів. Йдеться про численні міста, у тому числі і про м. Харків, де проник-



нення у водні джерела фенольних сполук, які регулярно скидаються промисловими підприємствами, стало постійно діючим фактором небезпечної екологічної ситуації [10].

У м. Харкові здійснювалися забори проб поверхневих вод на вміст ПХБ, у тому числі діоксиноподібних, які проводилися в лабораторії Chrono-Environnement університета Франш-Компте (Франція) [11]. Дані аналізів наведені у табл. 1.

Таблица 1

Концентрації ПХБ (діоксиноподібних), які виявлені в пробах  
поверхневих вод (нг/л)

Ідентифікатор				
	77	118	126	169
Лопань1	76.78	<0,63	78.86	45.59
Лопань4	77.13	<0,63	78.70	47.97
Лопань5	77.02	<0,63	78.69	48.61
Роганка1	79.49	<0,63	80.09	51.15
Роганка2	77.32	<0,63	78.26	47.97
Сів. Дон.1	78.76	<0,63	81.54	52.37
Сів. Дон.1	77.38	<0,63	78.78	45.68
Сів. Дон.1	76.19	<0,63	77.82	43.55
Уди1	77.11	<0,63	77.89	48.43
Уди3	76.65	<0,63	78.05	45.02
Уди4	76.19	<0,63	77.82	43.55
Уди5	80.01	<0,63	86.94	63.02
Уди6	78.65	<0,63	80.70	47.17
Уди7	78.08	<0,63	82.21	55.22
ГДК (сума)	–	1000	1000	–

За даними аналізів, можна зробити висновок, що ріки м. Харкова, у тому числі р. Сіверський Донець, яка є джерелом водопостачання міста, забруднені діоксиноподібними сполуками. Також, можна зробити висновок, що ці діоксиноподібні сполуки знаходяться у воді до її забору до системи водопостачання. У процесі знезараження питної води діоксини не контролюються та не знешкоджуються, що дає привід говорити, що ці отрутохімікати потрапляють до населення з питною водою.

У 2015 р. в рамках мережевого проекту «Забезпечення рівного права на воду і санітарію в Україні» за підтримки Шведського агентства з міжнародного співробітництва та розвитку (Sida), Харківської міської екологічною громадською організацією «МАМА-86-Харків» було проведено аналізи на вміст хлорорганічних сполук у воді хар-

ківського водопроводу [3].

Результати фізико-хімічного аналізу води харківського міського водопроводу наведені на рис. 2.

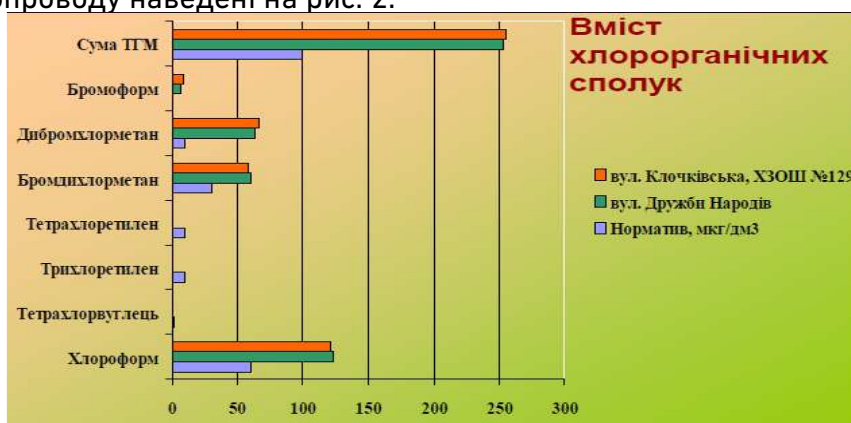


Рис. 2. Результати фізико-хімічного аналізу води харківського міського водопроводу на вміст хлорорганічних сполук (вересень 2015 р.) [3]

Зважаючи на результати, можна зробити висновок, що якість водопровідної води за даними показниками не відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» за змістом хлорорганічних сполук: вміст хлороформу перевищено у 2 рази; бромдихлорметану – у 2 рази; дибромхлорметану – більш, ніж у 6 разів [12]. Дослідження проведено випробувальною лабораторією контролю якості та безпеки питних вод ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. А.Н. Марзєєва НАМН України».

Характеристики хлорорганічних сполук, знайдених у воді харківського міського водопроводу наведені у табл. 2.

В даний час гранично допустимі концентрації для речовин, які є побічними продуктами хлорування, встановлені в різних розвинених країнах в межах від 0,06 до 0,2 мг/л. Підрахунки вчених показали, що високий рівень побічних продуктів хлорування значно збільшує ризик появи трьох вроджених вад – дефекту міжшлуночкової перегородки серця (отвір у перегородці між шлуночками серця, що призводить до змішування артеріальної та венозної крові і хронічної нестачі кисню), так званої «вовчої пащі», а також до аненцефалії (повна або часткова відсутність кісток склепіння черепа та мозку) [4].

Для хлорування води на водопровідних очисних станціях використовується рідкий хлор і хлорне вапно (для станцій малої продуктивності). При введенні хлору у воду утворюються хлорноватиста і соляна кислоти:



Таблиця 2

Характеристики хлорорганічних сполук, виявлених у воді харківського міського водопроводу

Найменування хлорорганічних з'єднання	Характеристика
1	2
<b>ТГМ</b>	До тригалометанів (ТГМ) відносяться такі сполуки: хлороформ, бромоформ, дибромхлорметан і бромдихлорметан. У природній воді зазвичай ТГМ немає, вони утворюються з природних органічних речовин (гумінові- і фульвокислоти) під час хлорування води. ТГМ – це канцерогенні речовини, що збільшують ризик онкологічних захворювань при тривалому вживанні води, яка забруднена ТГМ.
<b>Бромоформ</b>	Безбарвна рідина із солодкуватим запахом хлороформу, легко розкладається на повітрі під дією світла. Невелика кількість синтезується рослинами в океані. Погано розчинний у воді, одна частина на 800 частин води, і легко випаровується в атмосферу. Велика його частина утворюється при хлоруванні води. Відноситься до класу високонебезпечних речовин.
<b>Дибромхлорметан</b>	Отруйний. Підвищує ризик захворювання раком. Тригалометани, у число яких входить дибромхлорметан, виникають, коли природні органічні та неорганічні речовини у воді реагують з дезінфікуючими засобами, такими як хлор і хлорамін. Люди, які протягом багатьох років п'ють воду, яка містить тригалометани понад ГДК, схильні до підвищеного ризику захворювань центральної нервової системи, раку печінки, нирок.
<b>Бродихлорметан</b>	Міститься, як домішка у метанолі, у дуже невеликих, але достатніх кількостях – в сигаретах і у водопровідній воді. Отруйний. Має канцерогенну дію. Відноситься до речовин 1 класу небезпеки.

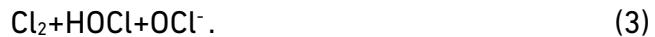
1	2
<b>Тетрахлоретилен</b>	Безбарвна рідина з різким запахом, хлорорганічний розчинник. Ця речовина може бути небезпечною для довкілля; особлива увага повинна бути приділена повітрю в приміщеннях і воді. При тривалому контакті тетрахлоретилен токсично діє на центральну нервову систему, печінку, нирки.
<b>Трихлоретилен</b>	Безбарвна, прозора, рухома, летюча рідина зі своєрідним запахом, що нагадує запах хлороформу, і солодким, пекучим смаком. Практично не розчиняється у воді. Трихлоретилен є потужним наркотичним засобом. При великому вживанні води із вмістом трихлоретилену може наступити інтоксикація організму.
<b>Чотирихлористий вуглець</b>	Прозора рідина, яка легко випаровується, практично негорюча, із солодкуватим запахом, яка нагадує хлороформ. Погано розчиняється у воді. Експерименти на гризунах показали, що при різних способах надходження в організм, чотирихлористий вуглець здатний викликати пухлини – в першу чергу печінки, причому за досить короткий період – за 12-16 тижнів.
<b>Хлороформ</b>	Безбарвна летюча рідина з ефірним запахом і солодким смаком. Практично не розчиняється у воді – утворює з нею розчини з масовою часткою до 0,23%, – змішується з більшістю органічних розчинників. Не горючий. Утворює азеотропну суміш з водою (т. кип. 56,2° С, 97,4% хлороформу). Являється дуже небезпечним канцерогеном.



Далі відбувається дисоціація хлорноватистої кислоти, яка утворилася:



Отримувані в результаті дисоціації хлорноватистої кислоти гіпохлоритні іони  $\text{OCl}^-$  володіють з недисоційованими молекулами хлорноватистої кислоти бактерицидною властивістю. Формула вільного хлору:



**Правильне призначення дози хлору** є виключно важливим. Недостатня доза хлору може призвести до того, що він не зробить необхідної бактерицидної дії; зайва доза хлору погіршує смакові якості питної води та несе екологічну небезпеку. Розрахункова доза хлору при проектуванні знезаражувального обладнання повинна бути прийнята виходячи з необхідності очищення води в період її максимального забруднення.

Показником достатньої прийнятної дози хлору служить наявність у воді так званого залишкового хлору. Згідно з вимогами ДСТ 2874-73, концентрація залишкового хлору у воді перед надходженням її в мережу повинна знаходитися у межах 0,3-0,5 мг/л. За даними, які були отримані в КП «Харківводоканал» концентрація залишкового хлору складає 3 мг/л, з урахуванням добігання до м. Харкова – 150 км та високого хлорпоглинання трубопроводів, але яка саме концентрація доходить до населення невідомо.

У м. Харкові на станціях водопідготовки для знезараження води використовується рідкий хлор (рис. 3), який має вищеперераховані недоліки.

Це веде до того, що багато водоканалів переходять на альтернативні методи знезараження. Зазвичай заходи щодо забезпечення безпечного питного водопостачання включають в себе впровадження системи ультрафіолетового знезараження питної води, а також застосування двоступеневої схеми знезараження питної води при поєднанні хімічного та фізичного методів, для ефективного видалення вірусів; перехід на технології знезараження води гіпохлоритом натрію.



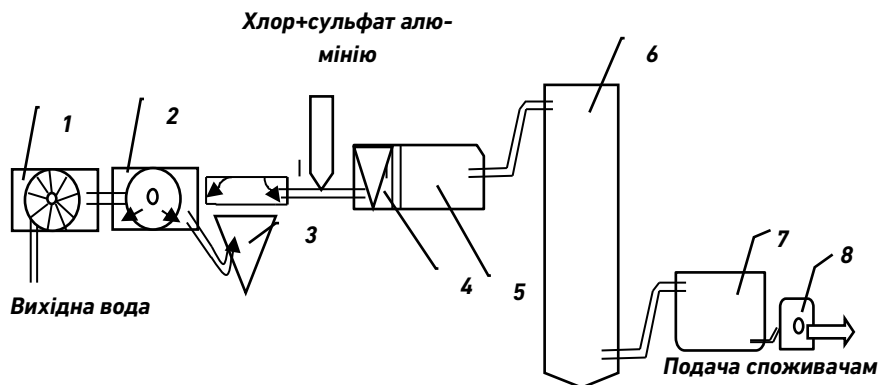


Рис. 3. Технологічна схема знезараження водопровідної води рідким хлором:

- |                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| 1. Насоси 1-ого підйому              | 5. Відстійник РЧВ      |
| 2. Барабанні сітки                   | 6. Фільтр              |
| 3. Змішувач                          | 7. РЧВ                 |
| 4. Камера «злипання» дрібних домішок | 8. Насоси 2-го підйому |

На рис. 4 представлена пропонована технологічна схема знезараження водопровідної води гіпохлоритом натрію спільно з подальшою обробкою води УФ-опроміненням (яку збирається застосувати КП «Харківводоканал»).

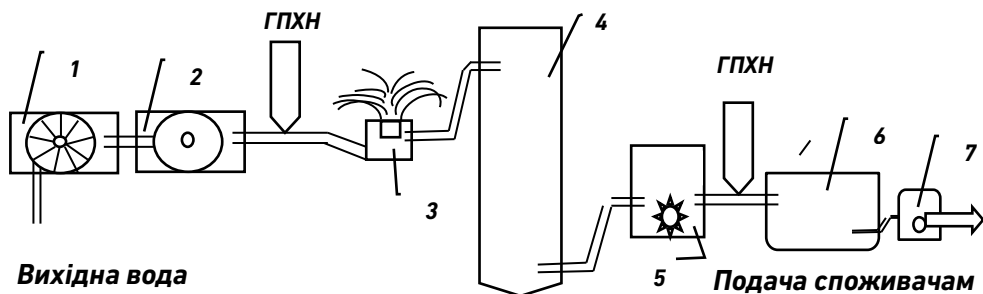


Рис. 4. Пропонована технологічна схема знезараження водопровідної води ГПХН спільно з подальшою обробкою води УФ-опроміненням:

- 1 – Насоси 1-го підйому; 2 – Мікрофільтр; 3 – Дегазатор-аератор;  
4 – Скорий фільтр; 5 – Блок знезараження води УФ-опроміненням; 6 – РЧВ;  
7 – Насоси 2-го підйому

Нами були розраховані капітальні витрати на будівництво блоків знезараження питної води. Для проведених розрахунків були об-



рані такі припущення. Розрахунки виконані для поверхневого джерела водопостачання. Знезараження води проводиться після освітлення води на швидких фільтрах. Схема з дворазовим хлоруванням не розглядається (тобто стадія прехлорування не бралася до уваги). Доза активного хлору прийнята 2 мг/л для знезараження рідким хлором (гіпохлоритом натрію) та 1 мг/л – для комбінованого знезараження. Тобто, були обрані наступні варіанти знезараження: хлорування рідким хлором (використовується зараз) та гіпохлоритом натрію (NaClO) спільно з ультрафіолетовим знезараженням.

Порівняння капітальних витрат наведені у табл. 3.

Як видно з табл. 3 капітальні витрати на будівництво блоку знезараження рідким хлором у 2,5 рази нижче, ніж для комбінованої технології гіпохлорит натрію + УФ, причому у другому випадку найбільші витрати будуть на купівлю та монтаж основного обладнання (рис. 5).

Таблиця 3

Порівняння капітальних витрат

Перелік витрат	Вартість методу знезараження, грн.	
	Рідкий хлор	ГПХН + УФ
Обладнання для знезараження	2066437	18380869
Забезпечення безпеки праці	2915994	413350
Вантажопідйомне обладнання	40715	13304
Обладнання для зберігання	136461	—
Будівля	2535163	103139
Проектування, монтаж, пуско-налагодження	500790	2856278
Разом	8195560	21766940
Витрати на 1 м <sup>3</sup> води	0,02	30,2

Щодо порівняння експлуатаційних витрат за двома методами знезараження, то їх представлено у табл. 4 та на рис. 6.

Показано, що в економічному плані більш вигідно знезараження води рідким хлором. Однак, незважаючи на те, що варіант зі знезараженням за комбінованою технологією дорожчий, він більш безпечний з точки зору промислової безпеки та дозволяє за рахунок використання УФ-опромінення видаляти з води небезпечні віруси і запобігає утворенню хлорорганічних з'єднань. Також пропонується первинне окислення водопровідної води, яке знешкодить органіку

до процесу знезараження, що так само запобігає утворенню хлорорганічних з'єднань у воді, яка подається споживачам.

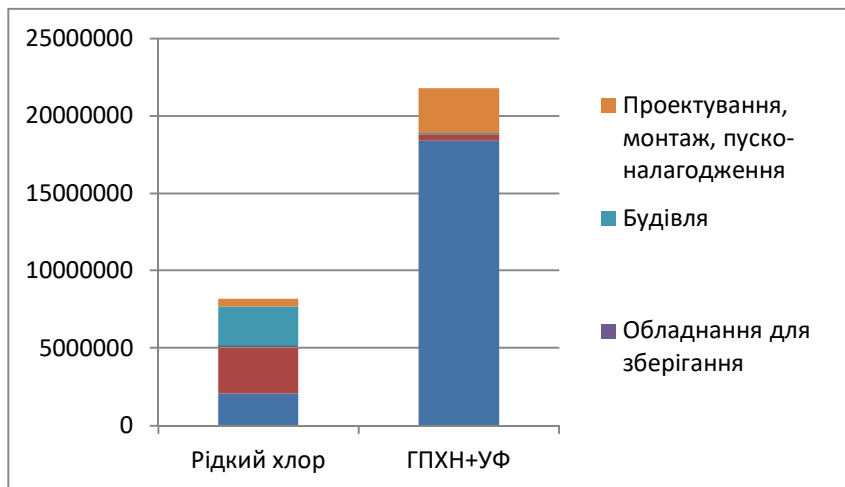


Рис. 5. Порівняння капітальних витрат на будівництво блоків знезараження

Таблиця 4

Порівняння експлуатаційних витрат

Перелік витрат	Вартість методу знезараження, грн/рік	
	Рідкий хлор	ГПХН + УФ
Реагенти	3334217	4049663
Транспортні витрати	48175	22151
Електроенергія	1638699	5635072
Ремонт і амортизація обладнання	572692	6030223
Забезпечення безпеки праці	814961	—
ФВП та відрахування на соціальні потреби	125255	104332
ЗІЗ	55493	44859
Інші витрати	980100	2017096
Разом	7569592	17903396

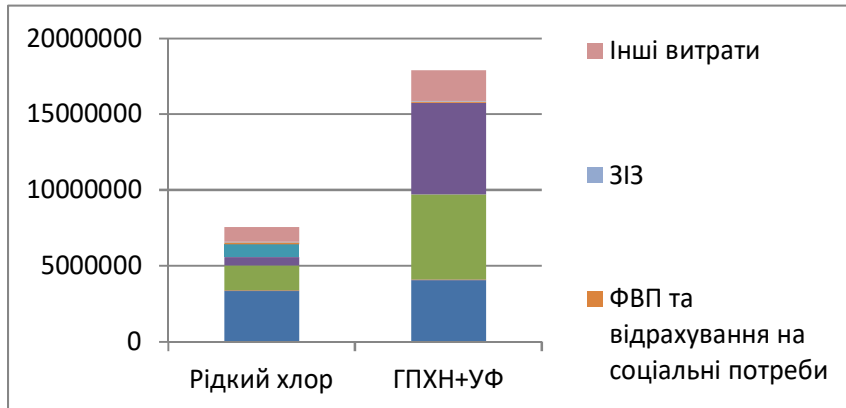


Рис. 6. Порівняння експлуатаційних витрат на знезараження

На завершення хочу сказати, що самою Природою хлор обраний захисником внутрішнього середовища організму людини. Отож, людині залишається лише знайти оптимальний шлях використання цього апробованого інструменту для забезпечення екологічної безпеки питної води, та, як наслідок, здоров'я людини.

1. Сафранов Т. А. Екологічні основи природокористування : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Львів : "Новий Світ-2000", 2003. 248 с.
2. Доан С., Бондаренко В. та ін. Характеристика вірусного забруднення водопровідної води. *Стандартизація, сертифікація, якість*. № 4. 2003.
3. Результати аналізів води у Харкові [«МАМА-86-Харків»]. URL: [http://www.mama-86.org/images/attachments/195/Poster\\_kharkov\\_voda.pdf](http://www.mama-86.org/images/attachments/195/Poster_kharkov_voda.pdf). (дата звернення: 15.07.2019).
4. Употребление хлорированной воды вызывает тяжелейшие врожденные дефекты. *NT – INFORM*. URL: [http://www.rsci.ru/science\\_news/149581.php](http://www.rsci.ru/science_news/149581.php). (дата звернення: 15.07.2019).
5. *Studies in Environmental Science 12 Water supply and Health*. Edited by H. van Lelyveld, B.C.J. Zoeteman. ELSEVIER, 1981.
6. Twort A. C., Law F. M., Crowley F. W., Ratnayaka B. B. *Water supply*, 1996.
7. Сталинская И. В., Калашник Н. А. Техногенные потоки диоксинов как экологическая опасность: обзор ситуации в Украине. *Инновационные пути решения актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения* : сборник трудов XXIV Межд. науч.-практ. конф. (6-10 июня 2016 года). Харьков : ГП «УкрНТЦ «Еnergосталь», С. 57–64.
8. Варнавська І. В. Заборонені та непридатні до використання пестициди і агрохімікати: стан та проблеми. *Вісник НУВГП. Технічні науки* : зб. наук. пр. Рівне : НУВГП, 2007. Вип. 3 (39). С. 34–40.
9. Как очищают воду в мире. URL: <http://ecoenergy.org.ua/tehnologii/kak-ochishhayut-vodu-v-mire.html> (дата звернення: 15.07.2019).
10. Харківводоканал комунальне підприємство. *Джерела водопостачання*. URL:

<https://vodokanal.kharkov.ua/content/watersupply> (дата звернення: 15.07.2019). **11.** Diadin D., Celle-Jeanton H., Crini N., Loup C., Steinmann M., Vystavna Y., Huneau F., Vergeles Y. Distribution of persistent organic pollutants and trace metals in surface waters in the Seversky Donets River basin (Eastern Ukraine) / Proceedings of EGU General Assembly, 2017. **12.** ДСанПіН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання».

## REFERENCES:

1. Safranov T. A. *Ekologichni osnovy pryrodokorystuvannia : navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchych navchalnykh zakladiv*. Lviv : "Novyi Svit-2000", 2003. 248 s.
2. Doan S., Bondarenko V. ta in. *Kharakterystyka virusnogo zabrudnennia vodoprovodnoi vody. Standartyzatsiia, sertyfikatsiia, yakist.* № 4. 2003.
3. Rezultaty analiziv vody u Kharkovi [«MAMA-86-Kharkiv»]. URL: [http://www.mama-86.org/images/attachments/195/Poster\\_kharkov\\_voda.pdf](http://www.mama-86.org/images/attachments/195/Poster_kharkov_voda.pdf). (data zvernennia: 15.07.2019).
4. Upotreblenie khlorirovannoi vody vyzyvaet tiazheleishie vrozhdennye defekty. *NT – INFORM*. URL: [http://www.rsci.ru/science\\_news/149581.php](http://www.rsci.ru/science_news/149581.php). (data zvernennia: 15.07.2019).
5. *Studies in Environmental Science 12 Water supply and Health*. Edited by H. van Lelyveld, B.C.J. Zoeteman. ELSEVIER, 1981.
6. Twort A. C., Law F. M., Crowley F. W., Ratnayaka B. B. *Water supply*, 1996.
7. Stalinskaia I. V., Kalashnik N. A. Tekhnohennye potoki dioksinov kak ekologicheskaiia opasnost: obzor situatsii v Ukraine. *Innovatsionnye puti resheniia aktualnykh problem bazovykh otraslei, ekologii, enerho- i resursosberezheniia : sbornik trudov KhKhIV Mezhd. nauch.-prakt. konf. (6-10 iunია 2016 hoda)*. Kharkov : HP «UkrNTTs «Enerhostal», S. 57–64.
8. Varnavska I. V. Zaboroneni ta neprydatni do vykorystannia pestytsydy i ahrokhimikaty: stan ta problemy. *Visnyk NUVHP. Tekhnichni nauky : zb. nauk. pr. Rivne : NUVHP*, 2007. Vyp. 3 (39). S. 34–40.
9. Kak ochyshchaiut vodu v myre. URL: <http://ecoenergy.org.ua/tehnologii/kak-ochishhayut-vodu-v-mire.html> (data zvernennia: 15.07.2019).
10. Kharkivvodokanal komunalne pidpriemstvo. *Dzherela vodopostachannia*. URL: <https://vodokanal.kharkov.ua/content/watersupply> (data zvernennia: 15.07.2019).
11. Diadin D., Celle-Jeanton H., Crini N., Loup C., Steinmann M., Vystavna Y., Huneau F., Vergeles Y. Distribution of persistent organic pollutants and trace metals in surface waters in the Seversky Donets River basin (Eastern Ukraine) / Proceedings of EGU General Assembly, 2017.
12. DSanPiN «Voda pytna. Hihienichni vymohy do yakosti vody tsentralizovanoho hospodarsko-pytnoho vodopostachannia».

Рецензент: д.т.н., професор Стольберг Ф. В. (Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова)



**Stalinska I. V., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor**  
(Kharkiv National University of Urban Economy)

## **PROVIDING ENVIRONMENTAL SAFETY DISINFECTION OF DRINKING WATER BY CLORINATION (FOR EXAMPLE KHARKOV)**

**At the moment, there has been a tense situation with providing Ukrainian population with benign drinking water. Unlike European countries, in Ukraine and today, the traditional method of chlorination is still widely used to disinfect tap water, the most economical and effective method of disinfection of drinking water in comparison with any other well-known methods. The main criterion for drinking water quality is its impact on human health. The problem of disinfection of drinking water by chlorination method in Ukraine, using the example of Kharkiv, was analyzed in the article. The main disadvantage of chlorination is the formation of so-called trihalomethanes and dioxins were proved. Unfortunately, in the process of decontamination of drinking water, dioxins are not controlled and not degraded, which gives an occasion to say that these poisons come into the population with drinking water. This greatly increases the risk of various diseases, including oncological ones. Chlorine is practically the only reagent capable of protecting water from bacteria and microbes not only at the time of filtration, but also during its passage through tap water pipes.**

**But unlike in Ukraine, European countries are concerned about minimizing the harmful effects of chlorine application. There are two main methods of solving the problem of the formation of by-products during chlorination: the use of combined methods of decontamination (to reduce the amount of chlorine used); the preliminary removal of organic impurities before chlorination. To reduce the amount of chlorine involved in the process of disinfecting water, along with chlorination, apply ozonization, or other disinfectants and UV treatment. The technological scheme of disinfection of tap water with sodium hypochlorite with the further treatment of water with ultraviolet was proposed. Operating costs for two methods of disinfection of drinking water were comparative.**

**Keywords:** ecological safety, disinfection of water, chlorination, drinking water, human health.

**Сталинская И. В., к.т.н., доцент** (Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.М. Бекетова)

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ МЕТОДОМ ХЛОРИРОВАНИЯ  
(НА ПРИМЕРЕ Г. ХАРЬКОВА)**

**В статье проанализирована проблема обеззараживания питьевой воды методом хлорирования в Украине (на примере г. Харькова). Доказано, что основной недостаток хлорирования лежит в образовании так называемых тригалометанов и диоксинов. Предложена технологическая схема обеззараживания водопроводной воды гипохлоритом натрия совместно с дальнейшей обработкой воды УФ-облучением. Сравнены эксплуатационные расходы по двум методам обеззараживания.**

***Ключевые слова:* экологическая безопасность, обеззараживание воды, хлорирование, питьевая вода, здоровье человека.**

---